



TITLE:

強磁場物性(第36回物性若手夏の学
校,講義ノート)

AUTHOR(S):

伊達, 宗行

CITATION:

伊達, 宗行. 強磁場物性(第36回物性若手夏の学校,講義ノート). 物性研究
1992, 57(4): 531-533

ISSUE DATE:

1992-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94853>

RIGHT:

から決定される。その結果、粘性項と熱伝導項に、空間的にも白色であるノイズが加わった形が得られる。こうして、Landau-Lifshitz の流体揺らぎの現象論と同じ結果を導いた。

最後にこのフォーマリズムを、非平衡有限系に応用した例が紹介された。系に Constant Shear がかかっているとき、温度勾配がかかっているときなど、非平衡条件下では、揺らぎの相関関数は、局所揺らぎの他に、系の境界条件に依存した長距離相関が現れる。

以上、簡単に講義内容を紹介しました。より詳しい内容については、夏の学校テキスト、東工大における講義ノートを参照してください（残部ありますので欲しい方はどうぞ）。最後に、非平衡熱力学という、幅の広いテーマを短い時間で、わかりやすく説明して戴いた、北原先生に感謝いたします。

強磁場物性

大阪大学 理学部 伊達 宗行

強磁場物性においては、強磁場を発生する磁場の開発が非常に重要であるが、本講義ではまず最初に、マグネットの歴史について、定常磁場の発生（ワイス型、サイクロトロン型等）から、破壊型磁石（電磁濃縮法、爆縮法等）、パルス非破壊型磁石（阪大型多層コイル等）に分けて簡単な原理を話された。また引き続いてより開発が進んで、現在ではまだ達成されていない強磁場、弱磁場における極限的状况を作り出すことが可能になった場合の、そこで起こるであろう現象について話された。具体的には、 10^5 [T]程度の超強磁場中では、原子内の電子のスピンが Zeeman energy を得するためすべて磁場方向を向くであろう事（先生はこれを化学的カタストロフィーと命名された）、 10^9 [T]程度の磁場であると考えられる中性子星上では原子が縫い針状になっているであろう事、また、 10^{-11} [T]程度の弱磁場である生体内の磁場を計ることによって刺激に反応して流れる電流を計ること、等について話された。

この後、実際に阪大型多層型マグネットを用いて計られた種々の物性についての解説がなされた。以下に具体的に話されたトピックスをあげておく。

反強磁性、メタ磁性

これからの強磁場磁化過程の測定結果の例として、典型的な反強磁性体、メタ磁性体等についての解説があった。また強磁場下での磁化の測定方法について、ピックアップコイルを試料の回りに配置し、それと平行にダミーのコイルを試料コイルに逆向きに配置して試料コイルの自己誘導を打ち消す等の技術的な解説もあった。

C₆Eu の G.I.C

強磁場磁化過程の測定結果を説明するのに 4 spin exchange を考える必要があることを話された。

高温超伝導体

高温超伝導体の強磁場中での電気伝導度の測定方法についての解説があり（4端子法で計る、ループを作ると大電流が流れるので注意する等）、電子型酸化物超伝導体の種々の温度での磁場対抵抗等の測定結果を示さ

れた。それによると、 PbMo_6S_8 等の臨界温度の磁場依存性には、 $H \perp c \text{ plane}$ と $H \parallel c \text{ plane}$ の間に興味深い差異があることが分かった。

低次元磁性体

1D, 2D, 3D の Ising, XY, Heisenberg 等についてそれぞれ簡単に相転移の有無、磁化率に見られる異常等を説明された後、Halden 仮説（理想的 1D の場合、 S =半整数、 S =整数の各々の場合は量子的に考えると本質的に状況が異なり、 S =整数の場合基底状態と第一励起状態の間に energy gap が存在する、と言う仮説）の検証について、NENP 等の磁化過程の実験結果を示され、gap の存在を実験的に示し、この結果を $S=1$ のスピンの組になって励起され合成スピン 1 の状態が最低励起状態になるということにより説明された。

また、スピンの揺らぎの効果についても、これが低次元 A.F. の磁化を通常の A.F. のそれに比べて、飽和するまでの間、少し小さくしていると説明された。

c-f mixing, heavy fermion

c-f mixing については、 YbB_{12} の電気抵抗が低磁場中での semiconductive な振舞いから強磁場中での metallic な振舞いに変わることを示された。そして、それについて、低磁場中では Fermi level が gap のところにある c-f mixing 的な状態密度であるのに対し、強磁場中では Fermi level が状態密度の有限な f^+ と f^- の間に来ようようなものに、状態密度そのものが変わっていくことが原因であるとされた。

また heavy fermion については、Kondo effect を簡単に説明された後、dense Kondo effect について、f-electron のなす S が大きいので、スクリーンするのに core electron が足りず、f-electron が S を切って伝導に参加することと説明され、これが重たい電子を作る原因だとされた。実験としては、 URu_2Si_2 等の強磁場磁化過程の測定を示され、f-electron の局在化が実験的に見いだされることを話された。

四重極モーメント, conduction electron Jahn-Teller effect

DyAg については、その強磁場磁化過程が階段状であり、磁気構造も複雑であることの説明には、四重極モーメントを考えることが必要であると話された。またこの物質は $gJ = 10$ という大きな値をもつが、この説明には conduction electron Jahn-Teller effect というものを考える必要があるとされた。この効果については、通常の Jahn-Teller effect とは、例えば Cu^{2+} ($S = 1/2$) では cubic の対称性の中では最低状態は（クラームスの doublet 以外に）doublet になっており、結晶構造の対称性を落として（ある軸方向の長さを変えて）結晶の electro static な energy を損してまでも、doublet をといて結晶の magnetic な energy を得しようと言うものであるが、これにたいして DyAg のような簡単な結晶構造では、結晶は歪むことができないので、代わりに伝導電子の電子濃度に濃淡ができ、これが通常の Jahn-Teller effect のような効果を及ぼすのではないかと解説された。

また、 DyCu_2 については、強磁場磁化過程の測定結果で、約 20[T]程度の磁場により a -axis と c -axis が入れ替わることを（10[T]程度まで起伏の無い磁化曲線を示す軸に 20[T]程度の強磁場をかけると、その方向の軸が新たに階段状の磁化曲線を示すようになる）話され、これが非常に短い時間内で起こることより conduction

electron Jahn-Teller effect が関係しているのではないかと話された。

最後に、近い将来の展望として、超強磁場中で Bloch electron がどのように振舞うかを話された。零磁場から、Landau orbit が格子の大きさに等しくなるような超強磁場までのあいだでは、電子のバンド構造にフラクタル構造がみられ、磁場をより強くしていくと、また零磁場からと同じ構造が繰り返す、と言うこと、また、このような超強磁場はまだすぐには達成できないが、人工的に大きな格子を作ることは可能ではないかと話された。またこのような繰り返し構造と、通常のバンド構造における reduced zone scheme との類似性を強調されていた。

全体として、数式を余り用いず、実験結果や、そこから得られる物理的描象を中心に、非常に力強く分かりやすく説明してくださいました。難しい現象を、目に見えるように図を用いて、言葉で解説されたことが印象に残る講義でした。

ノート作成係の力不足のため、間違い、不適当な表現等、多々あると思われます。ご容赦頂けたらと思います。(本当に偉い先生でした。僕も、伊達先生みたいに偉くなりたいなあと思います。)

物質の光スペクトルはどのように理解されるか

大阪大学 理学部 櫛田 孝司

本講義は、櫛田先生により光の吸収及び発光スペクトルについての解析のしかたが簡単に説明された。初日は、テキストの内容のほぼすべてが説明された。二日目には、その残り簡単な理論の補足、及び結晶について行われた。その内容を、分かる範囲で簡単に紹介したい。

光物性は、光により物質からの情報を得るものである。一方、物質中での状態は、量子力学が支配している。従って、光スペクトルを理解するには、シュレーディンガー方程式を解けばよい。しかし、厳密に解が得られるのは次のようないくつかの例に限られる：1) 自由運動、2) 井戸型、3) クーロン型、4) 調和振動型などである。従って、モデルもこれらに帰着されるように立てられるべきである。又、量子力学では離散状態が実現しているので、そのスペクトルに構造が出来る。

また、RUBY の例では R, U, B, Y 線のスペクトルの幅の議論から、配位座標モデルが紹介された。これはルビーの結晶構造から、配位子場を考えた後、格子の歪による電子状態の考察をより一般化したものである。そこでは、系は電子、格子、電子-格子に分けられ、核は電子からみて止まって見える近似(断熱近似)を使うことにより、核はもはや電子が感じるポテンシャルを与えるパラメーターとなる。これから電子の状態及びエネルギーが知れる。そして、このエネルギーと核間ポテンシャルの和が核が感じる実効ポテンシャル(断熱ポテンシャル)となる。そして、各々について方程式を解けば良い。

次に、吸収スペクトルを考える。高温においては、ガウス形の曲線になり、又低温においては、その構造が見える。この解釈については先の格子振動を調和振動子として取り扱うことで理解できる。格子振動を量子